SF
203
M8
S

UC-NRLF
$B 34 378

YC 20836

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Berlin Univ
Class

# Studien

über den

# Einfluß des Futters auf die Milch-,

besonders

# auf die Milchfettproduktion.

---

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doktorwürde**

von der

**Philosophischen Fakultät der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin**

genehmigt

und nebst den beigefügten Thesen öffentlich zu verteidigen

am 11. August 1903

von

**Max Müller**

aus Marbach.

---

Opponenten:

Herr Dr. phil. H. Ledermann.
Herr Dr. phil. Br. Skalweit.
Herr Dr. phil. nat. Fr. Rosenfeld.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

---

Druck der Königl. Hofbuchdruckerei Ungeheuer & Ulmer in Ludwigsburg
1903.

Digitized by Google

DT203
M8

Meinen lieben Eltern.

155406

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Bei der großen Wichtigkeit, welche die Milchwirtschaft für die deutschen und außerdeutschen Landwirte hat, muß der Frage der zweckmäßigsten Ernährung der Milchtiere die größte Bedeutung beigemessen werden. Es hat sich herausgestellt, daß die Lösung dieser Frage nicht in vollkommener Weise durch den gewöhnlichen Fütterungsversuch erreicht werden kann; vielmehr hat sich die Notwendigkeit erwiesen, durch Klarstellung der physiologischen Bedingungen die Gesetze der Milchbildung zu erforschen. Insonderheit ist von hohem Interesse die Entstehung des wertvollsten Milchbestandteiles, des Fettes, dann die Frage, aus welchen Futterbestandteilen es erzeugt werden kann, welche Einflüsse, Reize ꝛc. bei seiner Bildung wirksam werden, und welche Faktoren weiterhin die Qualität des Fettes beeinflussen. Die frühere Anschauung, daß sich die Hauptbestandteile des Tierkörpers aus den gleichnamigen Futterbestandteilen bilden, also z. B. alles Fett nur aus Fett des Futters, hat allerdings bald verlassen werden müssen, da sehr bald nachgewiesen werden konnte, daß die Fettbildung im Körper unserer Haustiere meist die Fettmenge erheblich übertrifft, welche im Futter gereicht wird.

Die Entstehung des Milchfettes mag zunächst unter den allgemeinen Gesichtspunkten der Fettbildung im Körper betrachtet werden. Von Bedeutung erscheint die Liebig'sche These, nach welcher die Kohlehydrate die wesentlichsten Fettbildner wären. Dafür sprechen eine Anzahl von Erfahrungen. Erwähnt seien nur die Versuche von Huber[1]) und Gundlach[2]) (mit Bienen), ferner die von Persoz[3]) (mit Gänsen), von Bousſingault[4]) (mit Schweinen, Gänsen und Enten) und die von Thomson[5]) (mit milchenden Kühen). Alle diese Versuche sprachen im vollsten Maße für die Liebig'sche Annahme. Diese Ansicht wurde aber später auf Grund der Voit'schen Fütterungsversuche mit Hunden, welche trotz starker Kohlehydratgaben keine Fettbildung im Körper zeigten, von Voit und seinen Schülern bekämpft und sogar die gegenteilige Behauptung aufgestellt, daß neben dem Fette der Nahrung das aus den Eiweißstoffen abgespaltene Fett das Material für das Körperfett liefere.

Für die Fettbildung aus Eiweißstoffen sind hauptsächlich folgende Beobachtungen und Untersuchungen angeführt worden. Bei Behandlung von Eiweiß mit oxydierenden Agentien oder bei Eiweißfäulnis treten niedere Glieder der Fettsäurereihe auf. Noch größere Bedeutung wurde der Leichenwachsbildung in stick-

[1]) Neue Beobachtungen an den Bienen, herausgegeben von Klein, 1856.
[2]) Gundlach, Naturgeschichte der Bienen. Kassel 1842.
[3]) Persoz, Annales de chem. et phys., 1848, p. 245.
[4]) Bousſingault, Annales de chem. et phys., 1845, p. 419.
[5]) Thomson, Annalen der Chemie und Pharm., 1847, S. 228.

stoffhaltigen Organen beigelegt. Weiter wurde die Annahme der Fettbildung aus Eiweiß durch die Wirkung gewisser Gifte, besonders des Phosphors, gestützt, welche eine Verfettung der Organe herbeiführt. Hofmann[1]) ließ die Eier der gewöhnlichen Schweißfliege auf reinem Blute sich entwickeln und fand in den daraus gebildeten Maden viel mehr Fett, als in den Eiern und in der dargebotenen Nahrung ursprünglich enthalten war. Den entscheidendsten Beweis hierfür glaubten Voit und Pettenkofer[2]) geliefert zu haben. Beide fanden bei Fütterungsversuchen mit Hunden, die im Stickstoffgleichgewicht waren, daß sie nach erheblichen weiteren Zulagen von fettfreiem Fleische an einzelnen Tagen bis 42,7 g Kohlenstoff im Körper ansetzten, während entweder nur ein minimaler Stickstoffansatz oder sogar ein kleiner Stickstoffverlust stattfand. Dieser Kohlenstoff, der im wesentlichen nur als Fett angesetzt sein konnte, mußte dem verfütterten Fleische entstammen. Diesen Versuchen folgten noch weitere Versuche mit Kühen von Voit und Kühn und mit Schafen von Wolff. Später machte Cremer[3]) einen Versuch mit einer Katze. Letzterer fütterte sein Versuchstier während des Stoffwechselversuches mit fett- und „glykogenfreiem" Fleische und fand einen deutlichen Kohlenstoffansatz. Auf Grund dieses glaubte Cremer, einen vorzüglichen Beweis für die Lehre von der Fettbildung im Tierkörper aus zerfallenem Eiweiße erbracht zu haben.

Gegen all' diese Beweise der Fettbildung aus Eiweiß trat Pflüger[4]) auf, und es gelang ihm, sie wesentlich zu erschüttern. Seine Bedenken sind folgende: Die Fettbildung in den Maden der Schweißfliegen kann eine Fettablagerung der durch Fäulnis vorher aus dem Blute entstandenen Fettkörper sein. Die Fettbildung, wie sie bei Phosphorvergiftungen auftritt, kann sowohl auf eine Fettwanderung im Körper, als auch auf Umwandlung des Körper-Glykogens ohne Beteiligung der Eiweißstoffe zurückzuführen sein. Auch den Voit'schen Versuch unterwarf Pflüger einer scharfen Kritik. Er hob besonders hervor, daß Voit für die Zusammensetzung des verfütterten Fleisches einen zu niedrigen Stickstoff- und einen zu hohen Kohlenstoffgehalt angenommen hätte. „Würde Voit seine Versuche", so fährt Pflüger fort, „mit den von Rubner gefundenen Koëffizienten umrechnen, so erweist sich die Annahme einer Fettbildung aus Eiweiß keineswegs als zwingend." Endlich wendet sich Pflüger[5]) auch gegen die Cremer'schen Schlüsse, weil Cremer durch eine gewaltsame Nahrungszufuhr unnormale Verhältnisse herbeigeführt hätte, und die Kohlenstoffzurückhaltung möglicherweise sogar auf unverdaute Futtermassen zurückzuführen wäre.

Hiernach gehört die Fettbildung aus Eiweiß noch zu den strittigen Fragen. Bezüglich der Fettbildung aus Kohlehydraten ist man hingegen zu einem entscheidenden Resultate gelangt. Den Versuchen von Voit, die, wie oben erwähnt,

---

[1]) Hofmann, Hermanns Handbuch, 6, 1. S. 251.

[2]) Voit und Pettenkofer, Annalen der Chemie und Pharm. II. Suppl. Jahrg. 1862. S. 52 und 361.

[3]) Zeitschrift für Biologie, Jahrg. 1899, S. 309.

[4]) Pflüger, Pflügers Arch. Bd. 51, S. 229.

[5]) Pflüger, Pflügers Arch. Bd. 68, S. 176.

ein negatives Ergebnis gezeitigt hatten, und deren Beweiskraft von Pflüger widerlegt war, folgten bald die Verfuche von Kern und Wartenberg mit einem Hammel, welche die Fettbildung aus Kohlehydraten erwiefen. Befonders erwähnt zu werden verdienen die Verfuche von Meißl und Strohmer[1]). Beide machten Verfuche mit einem 14 Monate alten Schweine. Sie fütterten täglich 2 kg weichgekochten Reis und waren im ftande, mit Hilfe des Refpirationsapparates nachzuweifen, daß im Verlauf von 7 Tagen der Körperanfatz pro Tag 38 g Eiweiß und 351,8 g Fett betrug. Nach Abzug des zur Fettbildung verfügbaren Futtereiweißes kamen fie zu dem Ergebnis, daß 310,3 g Fett oder 88,2% der Fettbildung die Kohlehydrate zur Mutterfubftanz haben mußten. Auch bei Gänfen ermittelte Weiske eine unzweifelhafte Fettbildung aus Kohlehydraten. Von befonderer Bedeutung für diefe Frage waren auch die Fütterungs- und Refpirationsverfuche, welche Guft. Kühn mit volljährigen Ochfen anftellte, und welche O. Kellner[2]) veröffentlichte. Kühn ernährte die Verfuchstiere mit Wiefenheu und Weizenftärke und fand infolge der Verabreichung von Stärkemehl einen recht bedeutenden Fettanfatz bei einem Futter, welches ein Nährftoffverhältnis von 1 : 14,9—15,6 und einem Gehalt von nur 0,427 bezw. 0,389 kg verdaulichem Rohprotein in der Tagesration hatte. Nahm man auch fämtlichen Kohlenftoff, der im Eiweiß enthalten war, als für Fettbildung verfügbar und alles mitverfütterte Fett als für Körperfettbildung verwendet an, fo konnte doch damit der Kohlenftoffgehalt des im Körper gebildeten Fettes nicht gedeckt werden, und ein großer Teil mußte demnach feine Quelle im Kohlenftoff der Kohlehydrate haben.

Erwähnen darf ich vielleicht noch den Verfuch der Amerikaner Jordan und Jenter[3]). Sie fütterten eine junge Jerfeykuh mit Timotheeheu, Maismehl und 72—74 Prozente Protein enthaltendem Weizenkleber in verfchiedenem Mifchungsverhältnis. In den erften zwei Wochen erhielt die Kuh das Futter im natürlichen Zuftande, während der darauffolgenden 95 Tage möglichft entfettet. Das Ergebnis diefes Verfuches war, daß die Kuh auch während der letzten 95 Tage fortfuhr, gleich fettreiche Milch zu produzieren; die in diefer Zeit fezernierte Milch enthielt 62,9 Pfund Fett, von dem 57,2 Pfund einer anderen Quelle als dem Futterfette entfprungen fein mußten. Weil nun dies Milchfett keineswegs aus dem aufgefpeicherten Körperfette herrühren konnte, und weil nach den gegenwärtig geltenden Lehrmeinungen nicht mehr als 17 Pfund des Milchfettes aus dem verzehrten Protein hätte gebildet werden können, fo mußten folglich rund 40 Pfund, gleich ungefähr 64% des Milchfettes, aus Kohlehydraten hervorgegangen fein. Aus diefen und den vorher erwähnten Verfuchen geht ganz evident die Bildung von Körper- und Milchfett aus Kohlehydraten hervor.

Eine weitere Frage ift, ob das Futterfett unverändert zu Körperfett werden kann, oder ob es je nach der Natur des Tieres eine größere oder geringere

[1]) Meißl und Strohmer, Sitzungsbericht der Akad. der Wiffenfchaften in Wien, 1883, III. S. 205.

[2]) Kellner, Landw. Verfuchsftat. Bd. 44, S. 257.

[3]) Jordan und Jenter, zit. nach d. Molkereizeitung, Jahrg. 1898, Nr. 31.

Umwandlung erfahren muß. Für letztere sprechen einige Versuche. Radziejewski[1]), der Hunde mit nahezu fettfreiem Fleische und reinem Rüböle fütterte, ferner Lebedeff[2]) mit Fleisch- und Leinölfütterung und Subbotin[3]) mit Spermazetfütterung konnten im abgelagerten Fette der Versuchstiere die Bestandteile nicht nachweisen, welche den einzelnen Futterfetten eigentümlich sind. Erst die Versuche von Hofmann[4]) und Voit[5]) und die von J. Munk[6]) vermochten unter Anwendung aller Kautelen eine reichliche Ablagerung der entsprechenden Neutralfette des Futters im Tierkörper festzustellen.

Es wäre nur die Frage zu erörtern, wie weit diese Befunde über Fettbildung im Tierkörper auf die Milchfettbildung zu übertragen sind. A priori kann man den Vorgang der Ablagerung eines Reservenährstoffes in den dafür bestimmten Geweben des Körpers nicht mit der Produktion desselben Stoffes in einem Sekret identifizieren. Hiernach können die vorstehenden kurz skizzierten Versuche über Fettbildung im Körper nur mit Vorbehalt für Schlüsse über den Modus der Fettbildung in der Milchdrüse verwertet werden. In der Tat spricht eine Reihe von Beobachtungen dafür, daß ein Übergang unveränderten Futterfettes in die Milch nicht stattfindet.

Ich erwähne die Versuche, welche im Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule zu Kopenhagen mit Kühen angestellt wurden. Eine Zugabe von Leinölemulsion zum Futter vermehrte die Fettausscheidung in der Milch nur sehr wenig, hielt auch nur wenige Tage an. Zu etwas anderem Resultate kam Soxhlet[7]) und Ramm[8]). Der erstere gab Kühen Leinöl, Sesamöl und Talgstearin und fand, daß diese Öle den prozentigen Fettgehalt der Milch erhöhen, wenn sie nur in Emulsion gereicht wurden. Allein das gewonnene Milchfett zeigte durchaus nicht eine Veränderung, welche auf eine direkte Beimengung von Leinöl zu deuten wäre. Statt im Schmelzpunkt erniedrigt zu sein, war derselbe vielmehr erhöht. Da ferner in dem bei reichlicherer Fettfütterung produzierten Milchfett die Menge der flüchtigen Fettsäuren erniedrigt war, schloß Soxhlet auf einen Übergang von Körperfett (nicht von Futterfett) in die Milch. Ramm hingegen hatte bei seinen ähnlichen Versuchen sehr schwere Verdauungsstörungen zu verzeichnen und vermochte nicht den geringsten Einfluß der Ölemulsion auf den Fettgehalt und die Fettqualität der Milch nachzuweisen. Anders gestalten sich die Versuche von Heinrich[9]). Dieser prüfte den Einfluß der Erdnuß- und Kokoskuchen bei ihrer Verfütterung an Milchtiere auf den Fettgehalt der Milch und fand, daß die Verseifungszahl des Milchfettes steigt und fällt, je nachdem das verfütterte Fett eine hohe (Kokoskuchen) oder niedrige (Erdnußkuchen) Verseifungszahl besitzt, und daß der Über-

[1]) Radziejewski, Arch. f. patholog. Anat. Bd. 45, S. 268.
[2]) Lebedeff, Arch. f. ges. Physiolog. Bd. 31, S. 49.
[3]) Subbotin, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 6, S. 79.
[4]) Hofmann, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 8, S. 153.
[5]) Voit, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 9, S. 1.
[6]) J. Munk, Virchows Arch., Bd. 95, S. 407—467.
[7]) Soxhlet, Wochenblatt des landw. Vereins in Bayern, Jahrg. 1896, Nr. 40.
[8]) Ramm, Milchzeitung, Jahrg. 1898. Nr. 17.
[9]) Heinrich, 2. Bericht über die landw. Versuchsstat. Rostock.

gang des Fettes aus dem Futter in die Milch verhältnismäßig rasch vor sich geht. Zu gleichem Resultate gelangte er durch die Bestimmung der Jodzahl; denn ganz in der Weise, wie die verschiedenen Fette der verwendeten Futterstoffe eine hohe (Erdnußkuchen) oder niedrige (Kokoskuchen) Jodzahl haben, beeinflußten sie, an Kühe verfüttert, das in der Milch befindliche Butterfett. Nach Erdnußkuchen erhöht sich die Jodzahl der Butter, nach Kokosnußkuchen vermindert sich diese. Aus diesen Beobachtungen folgert Heinrich, daß tatsächlich Nahrungsfett direkt in das Milchfett übergeht.

Auch Hagemann[1]) und Falke[2]) beschäftigten sich mit dieser Frage. Der Erste stellte mit Kühen Versuche an, um zu prüfen, ob das Fett eines fettreichen Futters einen Einfluß auf die Produktion der Milch habe, mußte aber diese Frage verneinen. Auch Falke kam bei Verfütterung von Sesam-, Kokos- und Mandelöl in Emulsion an Kühe zu dem Ergebnis, daß der prozentige und absolute Fettgehalt der Milch nicht vom verdauten Fette der Nahrung abhängig ist, und daß ein Übergang der die Sesamreaktion bedingenden Substanz in die Milch der mit Sesamöl gefütterten Kühe nicht stattfindet.

Bei diesen widersprechenden Befunden wäre an die Möglichkeit zu denken, daß sich die verschiedenen Fette bezüglich ihres unveränderten Überganges in die Milch verschieden verhalten, daß z. B. das Fett der Copra leicht und unverändert sich dem Milchfette beimengt, während Leinöl und Baumwollsaatöl es nicht könnten. Auf einem neuen Wege suchte Winternitz[3]) die Frage zu klären. Durch Jodieren des Futterfettes gab er dem Fettstoffe gleichsam eine bestimmte Marke und prüfte, ob dieses so gezeichnete Fett in der Milch wieder zu finden wäre. In der Tat gelangte er zu einem positiven Ergebnis. Abgesehen von den Versuchen mit Hunden wurde auch ein solcher mit einer Ziege angestellt. Letztere erhielt in fünf auf einander folgenden Tagen 430 g Jodschweinefett. Während der Zeit waren nahezu 5 % vom im Präparat verfütterten Jod in dem secernierten Milchfette auffindbar. Ein anderer Versuch hatte folgendes Ergebnis: Die Ziege erhielt um 10 Uhr Vorm. und um 4 Uhr Nachm. je 60 g eines 0,8 %igen Jodsesamöls. Die am nächsten Morgen abgemolkene Milchmenge betrug 1480 ccm mit 3,1 % Fettgehalt. Im Milchfett fanden sich in toto 0,0429 g Jod gebunden. Zu einem analogen Resultate gelangte Caspari[4]). Genannter reichte einer Hündin in der ersten Periode ein Futter, das eben genügte um sie auf ihrem Körpergewichte zu erhalten, außerdem Jodfett und möglichst geringe Gaben anderen Fettes. Weil Vorversuche von Winternitz und Caspari (Fütterungen mit Jodkalium) ergaben, daß eine Synthese von Jodfett im Körper nicht mit in Rechnung zu ziehen wäre, so mußte das Jodfett der Milch aus dem Jodfette der Nahrung stammen und stellte nach Annahme der beiden die für Jodfett gefundene Zahl den Minimalwert des unmittelbar aus dieser Nahrung in die Milch übergegangenen Fettes dar.

---

[1]) Hagemann, Landw. Jahrbücher, Bd. 28, S. 485.
[2]) Falke, Habilitationsschrift, Halle 1898.
[3]) Winternitz, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 24, S. 429.
[4]) Caspari, Beitrag zur normalen und pathalog. Physiologie 1899.

Beim Versuch 1 ergab sich das Resultat, daß nicht unerhebliche Mengen Jodfett aus der Nahrung in die Milch übergehen können, und daß an dem einen Tage mindestens 23 %, an einem anderen nur 2,99 % des Fettgehaltes der Milch der Nahrung entstammt. Hierauf folgte eine weitere Periode, in welcher demselben Tiere dieselbe Nahrung gereicht wurde; nur wurde das Jodfett durch die gleiche Menge Schmalz ersetzt. Auch jetzt wurde in der Milch Jodfett gefunden, das nur aus den Körperdepots stammen konnte, wo es während des ersten Versuches abgelagert worden war. Dieser Versuch wies darauf hin, daß auch aus dem Fettbestande des Körpers Fett in die Milch abgegeben werden kann, und zwar bis zu einem Minimalwerte von 8 %. Caspari führte noch einen dritten Versuch aus, bei welchem er die gleiche Menge Jodfett (25 g) verabreichte; aber die Diät war eine kohlehydratreichere. Auch diesmal stimmten die Resultate im allgemeinen mit dem vorigen überein. Der berechnete Minimalwert des übergegangenen Fettes betrug 32 %.

Nach diesen Versuchen gelangte also das in der Nahrung aufgenommene Fett teilweise, oder auch ganz in den Organen zur Ablagerung und in der Milch zur Ausscheidung.

Bei den Winternitz'schen, wie Caspari'schen Versuchen ist festzuhalten, daß im allgemeinen nur wenig stark jodierte Fette verabreicht worden sind. Auch ein Nachweis dafür, daß die jodierten Fette wirklich unverändert in die Milch übergegangen sind, ist nicht geliefert worden. Es wäre wenigstens a priori die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß doch das jodierte Futterfett beim Übergange in die Milch nicht unerhebliche Veränderungen in seinem Moleküle erlitten habe. Es wäre zunächst die Annahme nicht undenkbar, daß auch noch anderes jodiertes resp. halogenisiertes organisches Futtermaterial (im Gegensatz zu anorganischen Salzen) event. in jodiertes Milchfett umgewandelt werden könnte. Dem Gedanken ist bereits Jantzen[1]) näher getreten. Er fütterte eine Ziege mit drei verschiedenen Stoffen, die zuvor jodiert worden waren. Zuerst benutzte er ein schwach jodiertes Kaseinpräparat, darauf jodierte Stärke und drittens ein stärker jodiertes Kasein. Er prüfte das aus der Ziegenmilch gewonnene Fett auf Jod. Von den gemachten Versuchen schien ihm nur der letzte einwandsfrei zu sein, denn bei diesem erst gelang ihm die quantitative Bestimmung des Jods.

Während des ganzen Versuches waren quantitativ bestimmbar 0,616 g Jod an Milchfett gebunden in die Milch übergegangen; das macht 3,4 % von der gesamten verfütterten Jodmenge. Nach verschiedenen Erwägungen scheint ihm für diesen Befund die Erklärung am nächsten zu liegen, daß eben doch die jodhaltigen Nährstoffe von der Milchdrüse ohne Abtrennung des Jod zu Milchfett verarbeitet werden können, wobei sie nach ihrer Natur eine verschiedenartige und verschieden weitgehende Umwandlung, resp. Abspaltung von Atomgruppen erfahren. Obgleich in dieser Erklärung die Behauptung liegt, daß damit eine Fettbildung im Tierkörper aus Eiweiß bewiesen wäre, so gab er dieselbe doch nur mit Vorbehalt. Diese für die landwirtschaftliche Fütterungslehre so wichtige

[1]) Jantzen, Über die Fettbildung i. d. Milchdrüse; Zentralblatt f. Physiol. Jahrg. 1901, Heft 18.

Frage schien meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. C. Lehmann, Vorstand des zootechnischen Instituts der Landw. Hochschule zu Berlin, einer weiteren Prüfung würdig, weshalb er mich mit der Wiederholung ähnlicher Versuche beauftragte.

Als Versuchstier benutzte ich eine Ziege. Mit dieser wurden verschiedene Fütterungsversuche angestellt. Zuerst wurde ein schwach chloriertes Kasein-Präparat verfüttert.

Dies Präparat stellte ich dar, indem ich trockenes Chlorgas in Magermilch leitete, die auf 30° C erwärmt war, sich in steter Bewegung befand und fortwährend mit Natronlauge neutralisiert wurde. Als ich glaubte, daß genügend Chlor addiert worden sei, wurde das Kasein mit Essigsäure gefällt, abgepreßt, dann wieder in kohlensaurem Natrium aufgenommen, abermals gefällt, abgepreßt und dann mehrere Male mit heißem Wasser behandelt, um das Kasein von den noch anhaftenden Chloriden zu reinigen. Hierauf wurde das Präparat bei 40 bis 60° C getrocknet und in der Kugelmühle gemahlen. Dies so erhaltene feine Pulver wurde alsdann mehrere Tage hindurch in Flaschen mit Äther, der wiederholt erneuert wurde, behandelt, um das darin enthaltene Fett möglichst zu beseitigen. Die hierauf folgende Analyse des völlig lufttrockenen Präparates ergab einen Gehalt von 1,347% Cl. und von 0,699% Fett. Diese Fettbestimmung wurde nach dem alten Soxhlet'schen Verfahren vorgenommen. Die Extraktionsdauer betrug ungefähr 30 Stunden. Anfänglich gab ich dieses Präparat der Ziege in das Futter. Als sich aber schon am zweiten Tage bei der Verabreichung Schwierigkeiten einstellten, gab ich am dritten Tage der Ziege dieses in Wasser aufgeschwemmt mittels Flasche ein. Den Gang und Verlauf des Versuches zeigt die Tabelle I, Seite 10.

Die Ziege wurde täglich zweimal, früh ½7 Uhr und abends 6 Uhr gemolken. Die Abendmilch und die Morgenmilch vom kommenden Tag wurde gemischt und untersucht. Der Fettgehalt der Milch wurde nach Gerber bestimmt, und die angegebenen Zahlen sind das Mittel zweier gut übereinstimmenden Analysen. Von dieser gut gemischten Milch wurde ein aliquoter Teil genommen, um daraus das Kasein und Albumin getrennt darzustellen. Das Kasein, wie Albumin, wurde im Soxhlet extrahiert. Das Ätherextrakt wurde dann mehrere Male mit heißem Wasser ausgeschüttelt, bis in dem Wasser keine Chlorreaktion mehr zu erkennen war. Dies so erhaltene Fett wurde nun getrocknet und zur Chlorbestimmung benutzt. Während des ganzen Versuchs bekam die Ziege 1477,14 g chloriertes Kasein mit 19,864 g Chlor. Bereits am dritten Versuchstage gelang der qualitative Nachweis von Chlor im Milchfette, am vierten konnte das Chlor schon quantitativ nachgewiesen werden. Der Chlorgehalt des Milchfettes stieg dann allmählig an bis zum zehnten resp. elften Versuchstage, um dann langsam wieder zu fallen. Von dem verfütterten Chlor fand ich quantitativ bestimmbar an Milchfett gebunden wieder 0,7104 g, das macht also 3.577%. Dieser Versuch bestätigt in vollem Maße den von Jantzen[1]) zuletzt

[1]) Jantzen, Zentralblatt f. Physiol. Jahrg. 1901, Heft 18.

**Tabelle I.**

| Datum | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | | | |
| | Kasein | Chlor | Menge | | | Chlor | | |
| Mai | g | g | g | Proz. | g | Proz. | g | |
| 13. | 70.85 | 0.9548 | 1856 | 3.525 | 62.420 | — | — | |
| 14. | 95.70 | 1.2897 | 1927 | 3.305 | 63.687 | — | — | |
| 15. | 86.98 | 1.1722 | 2015 | 3.675 | 74.050 | Spuren | — | |
| 16. | 127.29 | 1.7155 | 1777 | 3.960 | 70.369 | 0.0252 | 0.0177 | Vom 17. ab |
| 17. | 141.52 | 1.8638 | 1538 | 2.875 | 44.217 | 0.1585 | 0.0700 | |
| 18. | 165 28 | 2.2275 | 1775 | 3.830 | 50.232 | 0.1646 | 0.0826 | frißt d. Ziege |
| 19. | 162.73 | 2.1931 | 1683 | 3.190 | 53.688 | 0.1666 | 0.0894 | schlecht u. ist |
| 20. | 202.65 | 2.7311 | 1593 | 3.510 | 55.914 | 0.1643 | 0.0918 | |
| 21. | 208.96 | 2.8161 | 1420 | 2.925 | 41.535 | 0.1007 | 0.0418 | sehr matt bis |
| 22. | 215.18 | 2.9000 | 1350 | 2.605 | 35.181 | 0.1624 | 0.0571 | |
| 23. | — | — | 1455 | 2.785 | 40.522 | 0.1594 | 0.0646 | zum 26., dann |
| 24. | — | — | 1458 | 2.885 | 42.078 | 0.1346 | 0.0566 | |
| 25. | — | — | 1569 | 3.050 | 47.854 | 0.0773 | 0.0370 | erholte sie sich |
| 26. | — | — | 1738 | 3.700 | 64.306 | 0.0631 | 0.0406 | |
| 27. | — | — | 1685 | 3.680 | 62.008 | 0.0595 | 0 0369 | schnell wieder |
| 28. | — | — | 1749 | 3.290 | 57.542 | 0.0422 | 0.0243 | |
| 29. | — | — | 1715 | 2.755 | 47.248 | Spuren | — | |
| 30. | — | — | 1786 | 2.790 | 49.829 | — | — | |
| | 1477.14 | 19.8638 | — | — | — | — | 0.7104 | |

gemachten Versuch, bei welchem das stärker jodierte Kasein zur Verfütterung gelangte. Außerdem verfehlte ich nicht, das Kasein und Albumin der Milch auf Chlor zu untersuchen. An keinem der Versuchstage gelang es mir, in dem Kasein und Albumin der Milch auch nur Spuren von Chlor nachzuweisen.

Nach einer kurzen Pause begann ich einen Fütterungsversuch mit Bromkasein, das ich in der Zwischenzeit hergestellt hatte. Dieses Präparat stellte ich auf folgende Weise her: Zur Magermilch, welche auf 30° erwärmt worden war, fügte ich, unter stetem Rühren und unter Beibehaltung neutraler Reaktion, tropfenweise Bromwasser zu, bis eine dauernde Gelbfärbung eintrat. Die weiteren Manipulationen sind nun dieselben, wie bei der Darstellung von Chlorkasein. Obgleich ich auch dieses Präparat volle 10 Tage mit Äther, der täglich erneuert wurde, behandelte, gelang es mir nicht, ein fettfreies Präparat darzustellen. Die Analyse dieses lufttrockenen Präparates ergab im Mittel 1,7425% Brom und 0,723% Fett. Im übrigen war diese Versuchsanstellung genau wie die erste. (Siehe Tabelle II, Seite 11).

In diesen 1089,07 g Bromkasein, das die Ziege in den fünf ersten Tagen des Versuches bekam, waren 18,976 g Brom enthalten. Die zweite Versuchsreihe weicht von der ersten nur insofern ab, als bei dieser erst am dritten Versuchstage Spuren von Halogen im Milchfette nachzuweisen waren, während bei jener schon am zweiten das Halogen quantitativ nachweisbar war. Dies hat allem Anschein nach seinen Grund darin, daß das Kasein der ersten Versuchs-

**Tabelle II.**

| Datum Juni | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | Brom | | |
| | Kasein | Brom | Menge | | | | | |
| | g | g | g | Proz. | g | Proz. | g | |
| 7. | 122.470 | 2.1341 | 1769 | 3.01 | 53.247 | — | — | Am 10. schon zeigte die Ziege wenig Freßlust und wurde sehr matt. Diese Krankheitserscheinungen dauerten bis zum 14. |
| 8. | 164.930 | 2.8739 | 1788 | 3.32 | 59.362 | 0.1912 | 0.1135 | |
| 9. | 256.080 | 4.4622 | 1817 | 3.62 | 65.775 | 0.2514 | 0.1653 | |
| 10. | 263.860 | 4.5977 | 1530 | 4.05 | 61.965 | 0.3053 | 0.1891 | |
| 11. | 281.730 | 4.9090 | 1399 | 3.45 | 48.266 | 0.2727 | 0 1316 | |
| 12. | — | — | 1464 | 2.55 | 37.332 | 0.4021 | 0.1501 | |
| 13. | — | — | 1544 | 2.79 | 43.078 | 0.2971 | 0.1280 | |
| 14. | — | — | 1613 | 3.09 | 49.842 | 0.2399 | 0.1196 | |
| 15. | — | — | 1522 | 3.70 | 56.314 | 0.1497 | 0.0843 | |
| 16. | — | — | 1423 | 3.21 | 43 678 | 0.1093 | 0.0499 | |
| 17. | — | — | 1458 | 3.05 | 44 469 | Spuren | — | |
| 18. | — | — | 1622 | 3.38 | 54.824 | — | — | |
| | 1089.07 | 18.9769 | — | — | 620.152 | — | 1.1314 | |

reihe, weil es anfangs mit dem Futter aufgenommen wurde, sich längere Zeit in den Vormägen aufgehalten hat und so später in den Säftestrom des Körpers gelangt ist, als das Kasein der zweiten Versuchsreihe, das, weil es anfangs gleich aufgeschwemmt eingegeben wurde, schneller zur Resorption gelangte. Wie beim ersten Versuche steigt der Halogengehalt des Milchfettes allmählich an, um dann wieder abzuklimmen. Im ganzen waren 1,1314 g Brom im Milchfette quantitativ nachweisbar, das macht also 5,964% von der gesamten verfütterten Menge aus. Wie beim ersten Versuch zeigten auch hier das Kasein und Albumin der Milch nicht die geringsten Spuren vom verfütterten Halogen. Diesem zweiten Versuche folgten die Versuche III, IV und V, die ich infolge des von den ersten beiden Versuchen abweichenden Resultates besser später erwähne. Das vollständig negative Resultat der später folgenden drei Jodkaseinfütterungsversuche erinnerte daran, daß Dormeyer[1]) die Genauigkeit der alten Soxhlet'schen Fettbestimmungsmethode angezweifelt hatte, und daß Genannter auf Grund seiner Versuche behauptete, die gesamte Fettmenge einer Substanz könne nur mittels Pepsin-Salzsäure-Verdauung gewonnen werden. Dies gab Anlaß, die Richtigkeit der ersten beiden Versuche anzuzweifeln und das Erscheinen von Halogenfett in der Milch auf eventuell im Präparat mit verfüttertem Halogenfett zurückzuführen. Ich unterwarf nun die Reste von Chlor- und Bromkasein einer Pepsin-Salzsäure-Verdauung, die ich nach Dormeyer ausführte. Nach einer Verdauungszeit von drei Tagen wurde die Verdauungsflüssigkeit filtriert. Der Filterrückstand wurde mit Äther ausgewaschen, hierauf bei 40—50° getrocknet und dann im Soxhlet ungefähr 30 Stunden lang extrahiert. Das Filtrat wurde 5—8mal mit Äther ausgeschüttelt, bis der abgenommene Äther keine Spuren von Fett

[1]) Dormeyer, Pflügers Arch. Bd. 65 S. 90.

auf einem Uhrglase mehr zeigte. Der Äther wurde abdestilliert, und das Ätherextrakt wurde dann nochmals in wenig Äther aufgenommen, filtriert und getrocknet. Mittels der Dormeyer'schen Methode gewann ich ganz bedeutend mehr Fett, und der Fettgehalt des Chlorkasein stieg von 0,699 auf 3,906, der des Bromkasein von 0,723 auf 3,723 %. Außerdem war ich nun auch in die Lage versetzt, das gefundene Fett auf Halogen untersuchen zu können. Beide Fette hatten nicht unerhebliche Mengen Halogen addiert; so enthielt das im Chlorkasein enthaltene Fett 2,748 % Chlor und das im Bromkasein enthaltene Fett 7,157 % Brom. Daß das Bromfett einen verhältnismäßig viel höheren Broumgehalt hat, als das unter gleichen Umständen gewonnene Chlorfett an Chlor besitzt, hat seinen Grund wahrscheinlich darin, daß das Brom eine größere Affinität zu Fett hat, als das Chlor. Daraufhin deutet auch schon Winternitz, indem er sagt: „Bromfett läßt sich am leichtesten darstellen. Schüttelt man Fett mit Bromwasser, so wird dieses förmlich verschluckt." Dieser hohe Fettgehalt dieser beiden Präparate macht das positive Resultat der beiden ersten Versuchsreihen äußerst zweifelhaft; denn die verfütterten 1472,14 g Chlorkasein enthalten sonach 57,509 g Fett mit 1,580 g Chlor, und die 1089,07 g Bromkasein enthalten 40,545 g Fett mit 2,901 g Brom. Es ist sonach also bedeutend mehr Chlor resp. Brom an Fett gebunden verfüttert worden, als in der Milch an Fett gebunden wieder erschienen ist. Nehme ich an, daß das gesamte, in Milchfett gefundene Chlor resp. Brom von dem im Bromfett enthaltenen Chlor resp. Brom gedeckt worden ist, so wären 44,82 % vom verfütterten Chlor und 39,00 % vom verfütterten Brom des Chlor- resp. Bromfettes in der Milch an Milchfett gebunden erschienen. Das auf diese Weise so zweifelhaft gewordene Resultat der ersten beiden Versuche, und das ganz und gar negative Ergebnis der später zu erwähnenden Versuche III, IV und V gaben Anlaß, die Wirkung eines Präparates zu prüfen, das aus reinem Milchkasein und Bromfett von bestimmtem Bromgehalte bestand. Es folgt demnach Versuch VI. Die Darstellung dieses Präparates war wie folgt. Aus Magermilch gewann ich das Kasein, das sorgfältig bei 50° C getrocknet und dann mit der Kugelmühle äußerst fein gemahlen wurde. Diesem feinen Pulver (1024 g) mischte ich 28,234 g Butterfett mit einem Bromgehalte von 12,254 % bei. Zur Herstellung des bromhaltigen Fettes benutzte ich Butter, die ich in Äther löste, filtrierte und das von Kasein freie Fett mit Brom schüttelte. Alsdann wurde dies bromierte Fett wiederholt mit Wasser ausgeschüttelt, bis dieses keine Bromreaktion mehr zeigte. Dies so erhaltene Präparat wurde der Ziege auch mittels Flasche eingegeben. (Siehe Tabelle VI, Seite 13.)

Auch bei diesem Versuche finde ich schon am zweiten Versuchstage im Milchfette quantitativ nachweisbare Mengen von Brom. Von dem an Fett gebundenen Brom erscheint im ganzen in der Milch an Milchfett gebunden 0,6480 g oder 18,73 % wieder. Vergleicht man nun die Prozentzahlen der ersten (44,82 %) und der zweiten Versuchsreihe (39,00 %) mit der der sechsten (18,73 %), so kann man leicht zu der Annahme sich gezwungen fühlen, wenn man die absolute Fettmenge eines jeden Versuches unberücksichtigt läßt, diese

## Tabelle VI.

| Datum August | Futter: Kasein g | Futter: Brom g | Milch: Menge g | Fett: Proz. | Fett: g | Brom: Proz. | Brom: g | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22. | 200 | 0.6574 | 1025 | 2.33 | 23.882 | — | — | Am 24. traten ganz dieselben Krankheitserscheinungen ein, wie bei Versuch I u. II, die vom 28. ab allmählich wieder verschwanden |
| 23. | 200 | 0.6574 | 920 | 2.65 | 24.380 | 0.0607 | 0,0148 | |
| 24. | 200 | 0.6574 | 936 | 3.43 | 82.105 | 0.3200 | 0.1028 | |
| 25. | 200 | 0.6574 | 967 | 3.14 | 30.364 | 0.4059 | 0.1233 | |
| 26. | 252.23 | 0.8294 | 1075 | 3.20 | 34.400 | 0.3700 | 0.1273 | |
| 27. | — | — | 991 | 3.10 | 30 721 | 0 4276 | 0.1314 | |
| 28. | — | — | 784 | 3.77 | 29.557 | 0.2943 | 0.0870 | |
| 29. | — | — | 878 | 3.15 | 27.657 | 0.1718 | 0.0475 | |
| 30. | — | — | 1029 | 2.37 | 24.387 | 0.0571 | 0.0139 | |
| 31. | — | — | 1011 | 2.60 | 26.280 | Spuren | — | |
| 1. | — | — | 864 | 2.78 | 24.019 | Spuren | — | |
| 2. | — | — | 1113 | 2.92 | 32.499 | — | — | |
| | 1052.23 | 3.459 | — | — | 340.251 | — | 0.6480 | |

höheren Prozentzahlen des ersten und zweiten Versuches zum Teil auf Rechnung des halogenierten Kasein zu setzen. Dem scheint aber nicht so zu sein, wenn man folgende kleine Zusammenstellung betrachtet.

| Versuch | Dauer des Versuches | Anzahl der Versuchstage | Milchfettmenge während des ganzen Versuches g | Im Mittel d. tägl. Fettmenge g | Prozentzahl vom im Milchfett wiedergefundenen Halogen | Die tägl. Fettmenge verhält sich zur Prozentzahl des im Milchfett wiedergefundenen Halogen wie 100 zu | Im Mittel enthält das Milchfett an Halogen in Prozenten. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | V. 13—30. Mai | 18 | 962.680 | 53.48 | 44.82 | 83.81 | 0.107 |
| II. | V. 7.—18. Juni | 12 | 620.152 | 51 68 | 39 00 | 75.46 | 0.242 |
| VI. | Vom 22. Aug. bis 2. Sept. | 12 | 340.251 | 28.35 | 18.73 | 66.06 | 0.277 |

Die Prozentzahlen für das im Milchfett wiedergefundene Halogen sinken fast im selben Verhältnis, wie die auf den Tag berechnete Fettmenge abnimmt. Aus diesem Grunde scheint es mir sehr gewagt, die Behauptung aufzustellen, daß event. die Milchdrüse einen Teil vom chlor- und bromhaltigen Kasein ohne Abtrennung des Chlor resp. Brom zu Milchfett verarbeitet habe. In der letzten Spalte habe ich noch die Prozente berechnet, die das Milchfett im Mittel an Halogen besaß. Fast völlig stimmen die beiden Prozentzahlen für Brom überein, während die für Chlor ganz erheblich geringer ist. Die kleinere Prozentzahl für Chlor ist vielleicht in der geringeren Affinität des Chlor zu Fett begründet. Es ist doch möglich, weil sich Chlorfett schwerer darstellen läßt als Bromfett, daß das erstere auch entsprechend leichter das Chlor wieder abgibt. Deshalb könnte angenommen werden, daß im Organismus vom Chlorfett des Präparates Chlor abgespalten worden ist. Dies würde, weil Jodfett sich noch

schwerer darstellen läßt als Chlorfett, für ersteres noch in erhöhtem Maße gelten. Ähnliches behauptet auch Winternitz, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 24., Jahrg. 98, S. 425.

Um nun auch das Verhalten eines Jodpräparates am lebenden Organismus zu prüfen, stellte ich ein solches wie folgt her: Zu der Magermilch, die auf 40—50° C erwärmt war, setzte ich unter Beibehaltung einer ganz schwach alkalischen Reaktion und unter stetem Umrühren so lange eine wässerige Jod-Jodkaliumlösung zu, bis eine bleibende Gelbfärbung völlige Sättigung anzeigte. Hierauf wurde das Kasein mit Essigsäure gefällt, abgepreßt, wiedergelöst in kohlensaurem Natrium, abermals gefällt, abgepreßt, zweimal mit heißem Wasser gewaschen, abgepreßt und dann noch zweimal mit 96%igem Alkohol behandelt. Nun erst wurde dasselbe sorgfältig getrocknet, mit Äther 8 volle Tage extrahiert, alsdann noch einmal getrocknet und mit der Kugelmühle sorgfältig gemahlen. Die Analyse dieses Jodpräparates I ergab einen Jodgehalt von 4,609 und einen Fettgehalt von 3,04%. Das im Jodpräparat I enthaltene Fett hatte einen Jodgehalt von 1,444% aufzuweisen. Die übrige Versuchsanstellung deckt sich vollständig mit der vom Versuch I.

**Tabelle III.**

| Datum Juli | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | Jod | | |
| | Kasein | Jod | Menge | | | | | |
| | g | g | g | Proz. | g | Proz. | g | |
| 1. | 43.393 | 2.00 | 1709 | 2.71 | 46.214 | — | — | Bemerkenswert ist, daß trotz reichlicher Jodgaben keine Krankheitserscheinungen auftreten. |
| 2. | 65.090 | 3.00 | 1711 | 3.21 | 54.923 | — | — | |
| 3. | 86.786 | 4.00 | 1636 | 3.17 | 51.861 | — | — | |
| 4. | 108.483 | 5.00 | 1819 | 3.54 | 64.393 | — | — | |
| 5. | 108.483 | 5.00 | 1715 | 4.20 | 72.030 | — | — | |
| 6. | — | — | 1795 | 4.29 | 77.005 | — | — | |
| 7. | — | — | 1681 | 4.07 | 68.417 | — | — | |
| 8. | — | — | 1817 | 3.68 | 66.866 | — | — | |
| 9. | — | — | 1694 | 3.51 | 59.459 | — | — | |
| 10. | — | — | 1635 | 3.56 | 58.206 | — | — | |
| | 412.235 | 19.000 | — | — | — | — | — | |

Das Kasein, Albumin und Fett der Milch wurde sorgfältig gewonnen und gereinigt. Bei der Analyse fand ich weder im Fett, noch im Kasein, noch im Albumin auch nur Spuren von Jod. Worin hat aber diese hier nun auftretende Erscheinung ihren Grund? Dieser ist allem Anschein nach in der geringen Fettmenge, die in dem verfütterten Präparate enthalten war, und in dem geringen Jodgehalte des im Präparate enthaltenen Fettes zu suchen. In den 412,235 g Jodkasein, die zur Verabreichung gelangten, waren 12,532 g Jodfett mit einer Gesamtjodmenge von 0,1809 g enthalten. Nimmt man nun an, daß von diesem 0,1809 g Jod nur die kleinere Hälfte in der Milch an Milchfett

gebunden wieder erschienen ist, und daß sich diese geringere Menge außerdem noch auf mindestens acht Tage verteilt hat, so ist es klar, daß in der geringen Menge, die zur Untersuchung verwendet wurde, keine Spuren von Jod nachweisbar waren. Dieser Versuch schließt wohl die Annahme aus, daß bei diesen bis jetzt erwähnten Versuchen jodhaltiges oder vielmehr halogeniertes Kasein von der Milchdrüse ohne Abtrennung des Jod resp. Halogen zu Milchfett verarbeitet wurde.

Dieser eine Versuch schien mir zu wenig zu beweisen, weshalb ich mich sofort daran machte, mit demselben Jodkasein I noch einen Versuch mit etwas stärkeren Dosen anzustellen:

Tabelle IV.

| Datum | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | | | |
| | | | | | | Jod | | |
| | Kasein | Jod | Menge | | | | | |
| Juli | g | g | g | Proz. | g | Proz | g | |
| 19. | 86 787 | 4 00 | 1302 | 3.32 | 43.226 | — | — | |
| 20. | 108.483 | 5.00 | 1311 | 3.39 | 44.443 | — | — | |
| 21. | 108.483 | 5.00 | 1324 | 4.13 | 54.681 | — | — | Krankheits- |
| 22. | 120.180 | 6.00 | 1486 | 4.11 | 61.075 | — | — | erscheinungen |
| 23. | 130.180 | 6.00 | 1533 | 3.78 | 57.947 | — | — | wurden nicht |
| 24. | — | — | 1591 | 3.69 | 58.708 | — | — | wahrge- |
| 25. | — | — | 1519 | 3.80 | 57.722 | — | — | nommen. |
| 26. | — | — | 1530 | 3.55 | 54.315 | — | — | |
| 27. | — | — | 1489 | 3.09 | 46.010 | — | — | |
| 28. | — | — | 1393 | 3.47 | 48.337 | — | — | |
| | 564.112 | 26.00 | — | — | — | — | — | |

Das Ergebnis dieses Versuches stimmte mit dem des vorigen Versuches (III. Versuch) vollständig überein. Die drei Hauptbestandteile der Milch, Kasein, Albumin und Fett zeigten bei der Untersuchung nicht die geringste Jodreaktion. Selbst das im Präparat enthaltene Jodfett (17.14 g) mit einer Gesamtjodmenge von 0.2476 g vermochte im Milchfette nicht einmal qualitativ, geschweige quantitativ bestimmbare Jodmengen zu bewirken. Sehr charakteristisch für beide Versuche ist ferner das Steigen der absoluten Milchfettmenge und das nach dem sechsten Versuchstage auftretende allmähliche Abklimmen derselben. Ähnliches wurde auch schon bei der ersten und zweiten Versuchsreihe, aber bei weitem nicht in einer so regelmäßigen Form beobachtet. Aus dieser Erscheinung könnte man wohl mit Recht den Schluß ableiten, daß das Jodkasein einen eigenartigen Reiz auf die Milchdrüse auszuüben vermag, durch welchen die absolute Fettausscheidung günstig beeinflußt wird.

Mit diesen beiden Versuchen III und IV glaubte ich, noch nichts definitiv bewiesen zu haben und schritt zur Darstellung eines anderen Jodkasein II. Die Darstellung verlief im allgemeinen so wie die des Jodkasein I. Abweichend war

nur die höhere Temperatur (60—70° C) der Magermilch während des Jodierens. Das sehr fein gemahlene, lufttrockene Jodkasein II besaß einen Jodgehalt von 6.332 und einen Fettgehalt von 2.276 Prozent. Auch das im Präparat enthaltene Fett war jodiert. Die Untersuchung des Fettes ergab einen Jodgehalt von 1.569 Prozent. Dieser geringe Jodgehalt bestätigt im vollsten Maße die Winternitz'sche Behauptung. Die Versuchsanstellung stimmt mit den vorhergegangenen vollständig überein.

**Tabelle V.**

| Datum | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | | | |
| | Kasein | Jod | Menge | | | Jod | | |
| August | g | g | g | Proz. | g | Proz. | g | |
| 5. | 50.000 | 3 166 | 1055 | 3.05 | 32.177 | — | — | Krankheitserscheinungen traten selbst bei diesen starken Jodgaben nicht auf. |
| 6. | 80.000 | 5.066 | 1115 | 2.91 | 33.465 | — | — | |
| 7. | 95.000 | 6.015 | 1050 | 3.23 | 33.915 | — | — | |
| 8. | 100.000 | 6.332 | 1076 | 3.14 | 33.786 | — | — | |
| 9. | 170.000 | 10 764 | 1169 | 3.97 | 46.409 | — | — | |
| 10. | 200.000 | 12.664 | 953 | 4.56 | 43.457 | — | — | |
| 11. | — | — | 1130 | 4.40 | 49.720 | — | — | |
| 12. | — | — | 1207 | 4.19 | 50.573 | — | — | |
| 13. | — | — | 1182 | 4.11 | 48.580 | — | — | |
| 14. | — | — | 1149 | 3.99 | 45.845 | — | — | |
| 15. | — | — | 1110 | 3 87 | 42.957 | — | — | |
| | 695.000 | 44.007 | — | — | — | — | — | |

Das Jodkasein II gab, selbst bei Verfütterung so starker Gaben, dasselbe Resultat, wie die zwei Fütterungsversuche von Jodkasein I gezeitigt hatten. Auch die 15.82 g Jodfett mit einer Jodmenge von 0.2481 g reichen nicht aus, um in der Milchdrüse nachweisbare Mengen Jodfett zu erzeugen. Aus diesen drei Versuchen läßt sich zweifellos der Schluß ableiten, daß das Kohlenstoffatom des Kasein, woran das Jod resp. Halogen gebunden ist, von der Milchdrüse nicht ohne Abspaltung des Halogen zur Bildung von Kasein, noch von Albumin, noch von Fett verwendet wird. Sehr eigenartig berührt mich auch der Umstand, daß bei all diesen Versuchen (Versuche III, IV und V), bei denen mit dem Präparate wenig Fett verabreicht wurde, und dieses einen geringen Jodgehalt aufzuweisen hatte, keine Krankheitserscheinungen trotz sehr starker Jodgaben auftraten. Hieraus wäre zu folgern, daß die Krankheitserscheinungen bei Versuch I, II und VI vom verfütterten Halogenfett verursacht worden sind, und daß man dem Halogenkasein eine ebenso ungiftige Wirkung beizulegen hat, wie sie schon von Hofmeister[1]) bei Verfütterung von Jodalbumin an ein Kaninchen beobachtet wurde.

[1]) Franz Hofmeister „Über jodiertes Eieralbumin". Zeitschrift f. physiol. Chemie. Bd. 24, Jahrg. 89, S. 159.

Um nun auch die Wirkung eines andern jodhaltigen Eiweißkörpers im Organismus zu prüfen, jodierte ich Blutalbumin. Dies Blutalbumin wurde käuflich erworben, vor der Jodierung mit der Kugelmühle äußerst fein gemahlen und mit Äther solange behandelt, bis ich in dem abgegossenen Äther auf dem Uhrschälchen kein Fett mehr nachweisen konnte. Hierauf wurde dasselbe in ganz verdünntem Natriumhydroxyd gelöst. Zu dieser Lösung wurde dann unter stetem Umrühren und bei Zimmertemperatur so lange Jod zugesetzt, bis eine bleibende intensive Gelbfärbung einen Überschuß von Jod anzeigte. Zwölf Stunden später wurde das Albumin durch Abstumpfen des Natriumhydroxyd mit Essigsäure gefällt, abgepreßt, mit Alkohol und mit Äther abwechselnd so lange gewaschen, bis in der Waschflüssigkeit keine erheblichen Mengen Jod mehr nachweisbar waren. Dies so erhaltene Jodalbumin wurde nun bei 40—50° C sorgfältig getrocknet und nochmals in der Kugelmühle zerkleinert. Die Analyse des völlig lufttrockenen Präparates zeigte einen Jodgehalt von 11.225 und einen Fettgehalt von 0.199 Prozent. Diesen geringen Fettgehalt glaubte ich ignorieren zu können und untersuchte dasselbe nicht auf den prozentischen Jodgehalt. Diesen Fütterungsversuch mußte ich mit einer anderen Ziege vornehmen, weil die, die zu den ersten sechs Versuchen gedient hatte, an Pneumonie erkrankte und starb.

Das neue Versuchstier war älter und schwerer als das erstere und war mit allen äußeren Kennzeichen ausgestattet, die einen ausgesprochenen Milchtypus erkennen ließen.

**Tabelle VII.**

| Datum | Futter | | Milch | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Fett | | Jod | | |
| | Albumin | Jod | Menge | | | | | |
| Nov. | g | g | g | Proz. | g | Proz. | g | |
| 11. | 20.000 | 2.245 | 1845 | 3.01 | 55.534 | — | — | |
| 12. | 60.000 | 6.735 | 1838 | 2 95 | 54.221 | — | — | |
| 13. | 80.000 | 8.980 | 1758 | 2.88 | 50.630 | — | — | |
| 14. | 100.000 | 11.225 | 1932 | 2.64 | 50.905 | — | — | |
| 15. | 120.000 | 13.470 | 1758 | 2.84 | 49.927 | — | — | Am 15. erhielt die Ziege 120 g Jodalbumin in zwei Portionen früh 6.45 u. vormittags 9.30. Bis Mittag waren noch keine Krankheitserscheinungen zu beobachten. Abends war d. Ziege schwer krank und fraß nicht mehr. |
| 16. | — | — | 447 | 4.46 | 19 836 | — | — | Der Zustand war hoffnungslos. |
| 17. | Wenig Milch, weil nur die Abendmilch zu gewinnen war. Mittags starb die Ziege. | | | | | | | |
| 18. | Wurde von der toten Ziege noch ungefähr 400 g Milch gewonnen. | | | | | | | |

Die Hauptbestandteile der Milch von den einzelnen Tagen wurden, wie bei den anderen Versuchen, sorgfältig gewonnen und auf Jod untersucht. Weder

im Albumin, noch im Kasein, noch im Fett konnte Jod qualitativ, geschweige quantitativ nachgewiesen werden. Selbst nicht die erwähnten Bestandteile der Milch, die vom kranken Tiere, ja nicht einmal die, die vom toten Tiere gewonnen war, zeigten eine Jodreaktion. Das Ergebnis dieses Versuches stimmt also, wenn man das Krankwerden und Sterben der Ziege unberücksichtigt läßt, mit dem Resultate der Versuche III, IV und V vollständig überein.

Fasse ich die Ergebnisse dieser sieben vorliegenden Versuche zusammen, so gelange ich zu folgendem Resumé:

1. Die Versuche I, II und VI, ergeben, wenn man diese mit den übrigen Versuchen vergleicht, daß das in der Milchdrüse auftretende Halogenfett dem Futterfette entstammt und folglich nicht das Kasein, wie Jantzen glaubt, als Muttersubstanz hat. Diese Versuche würden demnach die Behauptungen von Winternitz und Caspari stützen und insofern erweitern, daß nicht nur Jodfett, sondern auch Chlor- und Bromfett der Nahrung in die Milch übergehen können. Jantzen ist sicher zu diesem, meinen Versuchen entgegenlaufenden Resultate gelangt, weil er den Glauben besaß, daß das Kasein nach mehrtägigem Behandeln mit Äther vollständig fettfrei sei. Dem ist aber nicht so. Selbst wenn man bei der Darstellung von Kasein ganz streng die Vorschriften von Hammarsten oder Lepinois befolgt, so bekommt man doch kein gänzlich fettfreies Kasein.

2. Die Versuche I bis inklusive V und VII zeigen, daß weder jodhaltiges Kasein, oder besser gesagt, daß weder halogenhaltiges Albumin noch Kasein der Nahrung als solches in die Milch übergehen, und daß derartige Futterbestandteile allem Anscheine nach nicht ohne Abspaltung des Halogen zur Bildung von Sekreten und Körpersubstanzen Verwendung finden.

3. Die Versuche III, IV und V zeigen recht deutlich, daß Jodkasein resp. Halogenkasein ein vollständig ungiftiger Körper ist, und daß die Krankheitserscheinungen bei den Versuchen I, II und VI dem Chlor- resp. Bromfette zuzuschreiben sind. Somit würden meine Versuche mit den Beobachtungen übereinstimmen, welche Hofmeister bei Verfütterung von Jodalbumin gemacht hat. Aus dieser letzten Erscheinung geht deutlich hervor, daß Jantzen, bei dessen Versuchen stets sehr starke Jodvergiftungserscheinungen auftraten, kein reines Jodkasein, sondern ein Jodkasein mit nicht unbedeutenden Mengen von Jodfett verfüttert hat.

4. Außerdem glaube ich, den Schluß ziehen zu können, daß das Jodkasein, vielleicht auch Brom- und Chlorkasein einen spezifischen Reiz auf die Milchdrüse auszuüben vermag, durch welchen die Fettausscheidung günstig beeinflußt wird. Daß bei der Verfütterung von Chlor- und Brompräparaten diese erhöhte Fettausscheidung nicht so evident hervortritt, wie bei der Verabreichung von Jodpräparaten, hat seinen Grund darin, daß bei jenen schon nach einigen Tagen die Milchsekretion durch üble Krankheitserscheinungen ungünstig beeinflußt wurde.

Mit diesem Befunde soll den Landwirten nicht der Rat erteilt werden, die Milchtiere mit halogenhaltigem Kasein zu füttern, um die Milchfettproduktion zu erhöhen. Denn abgesehen von ev. eintretenden Verdauungsstörungen, würde eine derartige Beigabe finanziell höchst unrationell sein; ferner würde sich die

Milchdrüse wahrscheinlich bald an diesen künstlichen Reiz gewöhnen und die vermehrte Fettausscheidung würde auf den normalen Standpunkt zurückgehen.

Eine Parallele gezogen zwischen den Endresultaten meiner Versuche und den sich oft widersprechenden Ergebnissen der früher zitierten, bei denen es nur teilweise glückte, durch starke Fettgaben den Fettgehalt der Milch zu erhöhen, und durch die mit Evidenz erwiesen wurde, daß nur ein ganz geringer Teil des Futterfettes in die Milch übergeht, und dieser vielleicht noch in veränderter Form, so ergibt sich: Der größte Teil des sezernierten Milchfettes hat nicht die relativ geringe Fettmenge einer normalen Futterration zur Mutterſubstanz, sondern ist auf einem noch unbekannten chemischen Wege entstanden. So lange diese, für die landwirtschaftliche Fütterungslehre hochwichtige Frage eine offene ist, bemüht sich der Landwirt vergeblich, allein durch eine rationelle Fütterungsweise die Milch- resp. Butterproduktion bedeutend über die individuelle Anlage hinaus zu erhöhen, und daher muß er sich vorläufig darauf beschränken, diese durch Züchtung bestgeeigneter Tiere zu begünstigen.

---

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Lehmann, Vorsteher des zootechnischen Instituts der landw. Hochschule zu Berlin, welcher mich stets in entgegenkommendster Weise mit Rat und Tat unterstützt hat, meinen aufrichtigsten Dank abzustatten.

# Theſen.

I.

Die landwirtſchaftlichen Nutzpflanzen aus der Familie der Leguminoſen verbilligen die Produktion durch Verwertung des elementaren Stickſtoffes der Luft zum Aufbau des Pflanzeneiweißes.

II.

Da die Salpeterlager Amerikas wahrſcheinlich bald erſchöpft ſein werden, iſt es bei der Bedeutung der Stickſtoffdüngung für die landw. Kulturpflanzen von Wichtigkeit, Mittel und Wege zu finden, um den freien Stickſtoff der Luft in gebundene Form überzuführen und ihn ſo wirtſchaftlich für den Ackerbau verwerten zu können.

III.

Die landwirtſchaftlichen Nutztiere machen ſich in der Regel kaum 50 Prozent der im Rauhfutter enthaltenen Kalorien nutzbar.

## Curriculum vitae.

Als einziger Sohn des früheren Gutsbesitzers, späteren Rentners Johann Christoph Müller zu Marbach im Erzgebirge bin ich, Johann Christoph Max Müller, am 13. September 1870 zu Marbach, Amtshauptmannschaft Flöha i. S., geboren. Ich gehöre der evangelischen Konfession an, besuchte die Elementarschule zu Marbach bis zum 14. Lebensjahre, erlernte dann die Landwirtschaft auf meinem väterlichen Gute und absolvierte die Landwirtschaftliche Winterschule zu Chemnitz.

Nach diesem war ich als Verwalter auf dem Erblehngute Mobendorf bei Hainichen tätig, bis ich plötzlich wegen Krankheit meines Vaters wieder nach Hause gerufen wurde. Beim Tode meines Vaters 1889 übernahm ich das Gut und bewirtschaftete es bis 1894. Nach Verkauf desselben erwarb ich mir an der 3. städtischen Realschule zu Leipzig die Berechtigung zum Einjährig-Freiwilligen Militärdienst und studierte auf Grund dessen an den Universitäten Leipzig und Halle Landwirtschaft. Anfang Dezember 1898 legte ich in Leipzig die landwirtschaftliche Diplomprüfung ab. Von April 1898 bis April 1899 war ich Assistent am Veterinärinstitut der Universität in Leipzig. Nach Aufgabe dieser Stellung entschloß ich mich zur Vorbereitung für die Abgangsprüfung eines Realgymnasiums, die ich auch Ostern 1901 in Döbeln i. S. bestand. Hierauf war ich während zwei Semester ordentlicher Hörer der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin und ließ mich Ostern 1902 an der Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikulieren, um mich der philosophischen Disziplin etwas mehr zu widmen.

Während meines Studiums hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren und Dozenten: Börnstein, Buchner, Credner, Dilthey, Döring, Düsselhorst, Engelmann, Fischer, Gruner, Hucho, Kirchner, Klee, Kühn, Lehmann, Maercker, Marshall, Miaskowski, Nehring, Orth, Paulsen, Pfeffer, Rörig, Schäfer, Settegast, Strecker, Schulz, Sering, Stumpf, Werner, Wiedemann, Wislicenus, Wittmack, Zirkel, Zuntz und Zürn.

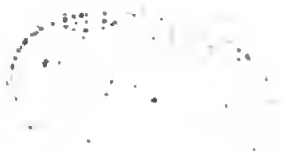
Ich beteiligte mich an folgenden Seminarien und Übungen: ein Semester an den Übungen zur Bodenkunde und Milch- und Futtermitteluntersuchung (Geh. Rat Prof. Dr. Kirchner); ein Semester am Seminar für angewandte Tierzuchtlehre (Prof. Dr. Fischer); ein Semester am botanisch-mikroskopischen Kursus (Geh. Rat Prof. Dr. Pfeffer); ein Semester an den Übungen zur Bodenkunde (Geh. Rat Prof. Dr. Orth); je ein Semester an den landwirtschaftlichen Seminarien, Abteilung Tierzucht (Prof. Dr. Lehmann) und Betriebslehre (Geh. Rat

Prof. Dr. Werner); ein Semester an den zootechnischen Übungen (Professor Dr. Lehmann); ein Semester an den mineralogischen Übungen (Prof. Dr. Gruner) zwei Semester am staatswissenschaftlich-statistischen Seminar der Universität Berlin (Prof. Dr. Sering), und zwei Semester beschäftigte ich mich speziell mit der Physiologie des tierischen Stoffwechsels und arbeitete hierzu am Zootechnischen Institut (Prof. Dr. Lehmann) der K. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

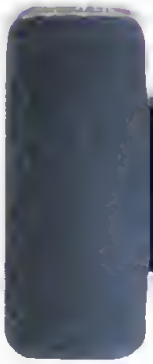
Mit Freuden benutze ich die Gelegenheit, um an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern meinen allerwärmsten Dank auszusprechen.

Die Promotionsprüfung bestand ich am 9. Juli 1903.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA



YC 20836



Digitized by Google